



Informations actuelles sur les routes en béton et l'infrastructure routière
Édition décembre 2021

update 60

White Topping – Nouvelles approches de dimensionnement et mise en œuvre

Un tronçon d'essai a été réalisé suivant la technique du White Topping sur le réseau routier de l'État fédéral de Basse-Autriche en décembre 2020. L'objectif était d'acquérir de l'expérience dans l'utilisation de nouvelles formulations et d'en tirer des conclusions pour le dimensionnement de ce procédé de construction. Ainsi, des capteurs de contrainte et de température ont été noyés dans le béton pour surveiller son évolution. Les résultats obtenus par l'institut de recherche Routes en béton durables sur le procédé White Topping servent de base à l'élaboration d'une nouvelle directive en Autriche.

Nouvelles approches de dimensionnement et mise en œuvre

Lukas Eberhardsteiner, Institut de recherche dans les transports (IVWS), Université technique de Vienne
Karl Kappl, Office du gouvernement régional de Basse-Autriche
Martin Peyerl, Smart Minerals GmbH
Sebastian Spaun, Association de l'industrie autrichienne du ciment

Les voies de communication modernes doivent être construites en ménageant le plus possible les ressources et afficher une durée de vie élevée tout en ayant une bonne aptitude à l'usage. Sur le réseau routier secondaire, des sections sont exposées à une charge élevée due au passage des poids lourds roulant à petite vitesse. Pour consolider ces zones, il existe une solution durable et facile à mettre en œuvre: le White Topping. Elle consiste à couler, sur le revêtement d'asphalte préalablement fraisé, une couche de béton dont l'épaisseur est significativement réduite par rapport au revêtement classique. Le procédé permet également une réfection pérenne des ornières et des affaissements.

Elle consiste à couler, sur le revêtement d'asphalte préalablement fraisé, une couche de béton dont l'épaisseur est significativement réduite par rapport au revêtement classique

Le White Topping présente l'avantage de récupérer une grande partie de la structure routière existante. Seule la couche supérieure est remplacée par un revêtement en béton résistant à la déformation et durable. Par rapport à une nouvelle mise en place, le White Topping permet de consolider des tronçons routiers à des coûts très réduits, dans un souci de préservation des ressources.

Technique du White Topping

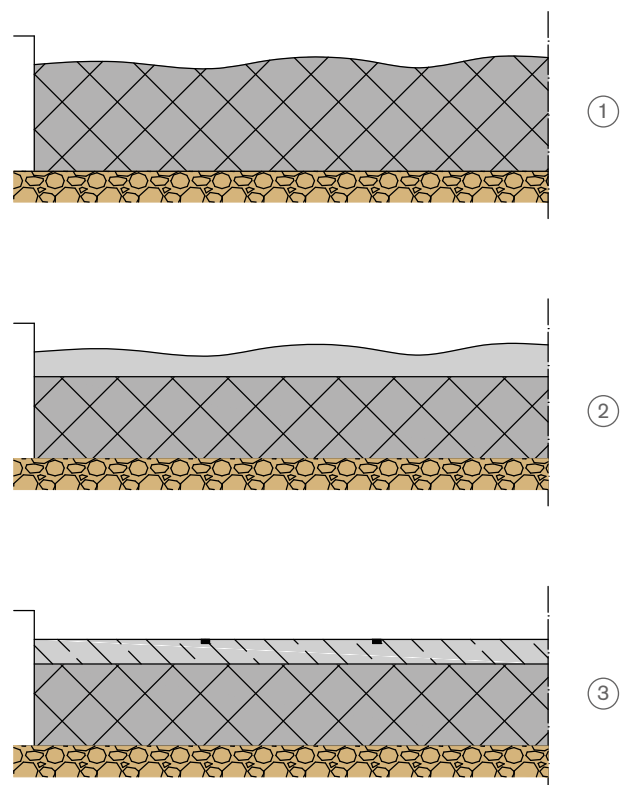
Le White Topping consiste à recouvrir la couche de base en asphalte existante d'un nouveau revêtement en béton, beaucoup plus mince. On fait une distinction entre le White Topping classique (plus de 20 cm d'épaisseur), le Thin White Topping (de 10 à 20 cm d'épaisseur) et l'Ultra Thin White Topping (moins de 10 cm d'épaisseur)^[1].

Pour ces deux dernières variantes, il est primordial d'effectuer une bonne liaison avec l'asphalte en place. Les dimensions seront également réduites en fonction de l'épaisseur de la couche.

Le schéma ci-dessous montre les principales étapes de remise en état d'une chaussée en asphalte par White Topping: ① revêtement en asphalte existant, ② fraisage de l'ancienne couche d'asphalte et ③ mise en œuvre de la couche de White Topping en liaison avec le support.

Après des essais aux États-Unis, cette technique a été expérimentée pour la première fois en Autriche en 1997, dans un dépôt de la société Pittel & Brausewetter^[2]. D'autres tronçons expérimentaux ont certes été mis en place, comme en Basse-Autriche (à Berg, à la frontière avec la Slovaquie), en Styrie (Hartberg) ou à Vienne,

Schéma du système de mise en œuvre du White Topping





Tronçon d'essai avant le projet de réfection



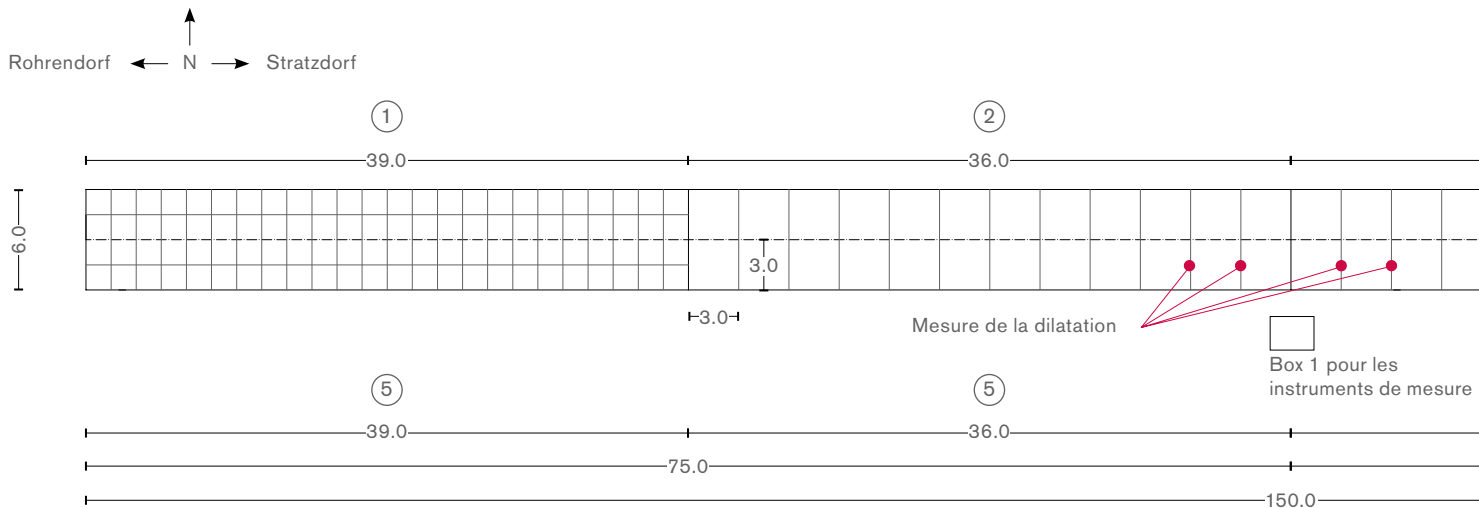
Tronçon d'essai entre Rohrendorf près de Krems et Stratzdorf en Basse-Autriche

mais aucune utilisation à grande échelle n'a encore eu lieu. Sans doute parce qu'organiser un appel d'offres est actuellement une initiative compliquée, l'Autriche ne disposant pas de suffisamment de directives relatives aux exigences requises pour cette technique (p. ex. épaisseurs de couche par rapport à la charge de trafic, système de joints). La directive RVS 08.17.04 «Joints dans les revêtements en béton»^[3] fournit certes, pour le White Topping, des valeurs indicatives sur les écarts maximaux entre les joints selon l'épaisseur du revêtement, mais les données sur l'affectation à une charge de trafic admise, aux classes de charge ou à la portance résiduelle requise de l'asphalte existant n'y figurent pas. L'Allemagne^[4] ou les États-Unis^[5, 6] par exemple possèdent des réglementations plus détaillées sur la réalisation de ce procédé.

Tronçon expérimental

Pour pouvoir proposer à l'avenir des informations détaillées sur la mise en place du White Topping aux concepteurs, maîtres d'ouvrage et entreprises exécutantes également en Autriche, un tronçon d'essai a été installé sur le réseau routier régional de Basse-Autriche. Il permet d'expérimenter de nouvelles technologies et de fixer des bases pour le dimensionnement. Pour cela, le service ST4, Construction et administration des routes régionales de l'Office du gouvernement régional de Basse-Autriche, a collaboré à la sélection d'une section d'environ 150 m de long sur la L45 à Rohrendorf, près de Krems-sur-le-Danube. Cette section est située dans les environs immédiats d'une gravière, ce qui implique une forte sollicitation due au trafic de poids lourds (trafic journalier moyen = 74 camions/24 h).

Vue d'ensemble des différentes sections d'essai pour la mise en place du White Topping



Lors de la mise en œuvre, les concepteurs ont pu varier certains paramètres d'exécution de manière ciblée et noyer des capteurs dans le revêtement en béton afin de collecter des valeurs empiriques précieuses et des données de mesure pour l'analyse du White Topping.

Les paramètres ci-dessous ont été déclinés lors de l'exécution:

- Dimension des dalles (moitié de la largeur de la voie de circulation: 1,5 × 1,5 m ou largeur complète de la voie: 3,0 × 3,0 m)
- Liaison avec le support (avec ou sans liaison au moyen d'un non-tissé)
- Application de différentes formulations de béton

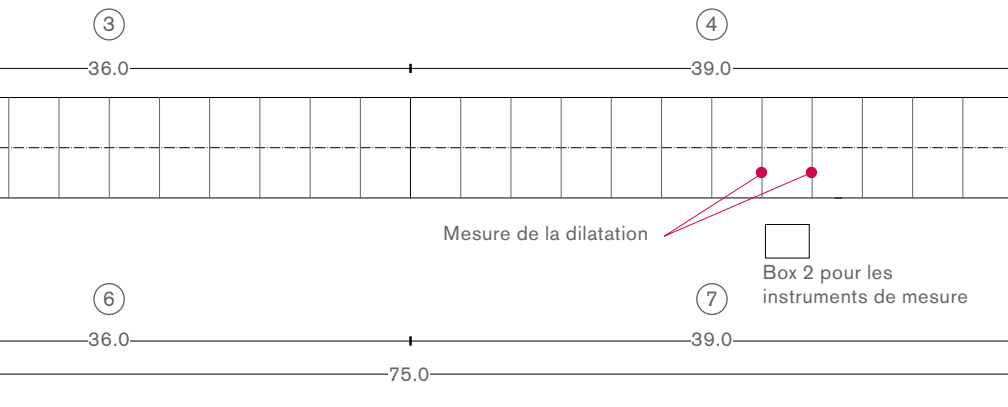
Relevé d'état de l'asphalte existant

Un relevé d'état de la structure bitumeuse a été effectué afin d'évaluer le comportement du nouveau revêtement White Topping. Outre ce relevé visuel, on a effectué des carottages pour calculer l'épaisseur de la couche d'asphalte et sa rigidité – pour celle-ci en laboratoire –, mais aussi des mesures de la portance à l'aide de déflectomètres à masse tombante (FWD).

Le relevé d'état a révélé des dommages significatifs, soit des ornières, dans les deux sens de circulation: une ornière moyenne de 16 mm de profondeur dans la direction de Stratzdorf et une autre de 9 mm dans la direction de Rohrendorf. Des fissures ponctuelles étaient par ailleurs visibles.

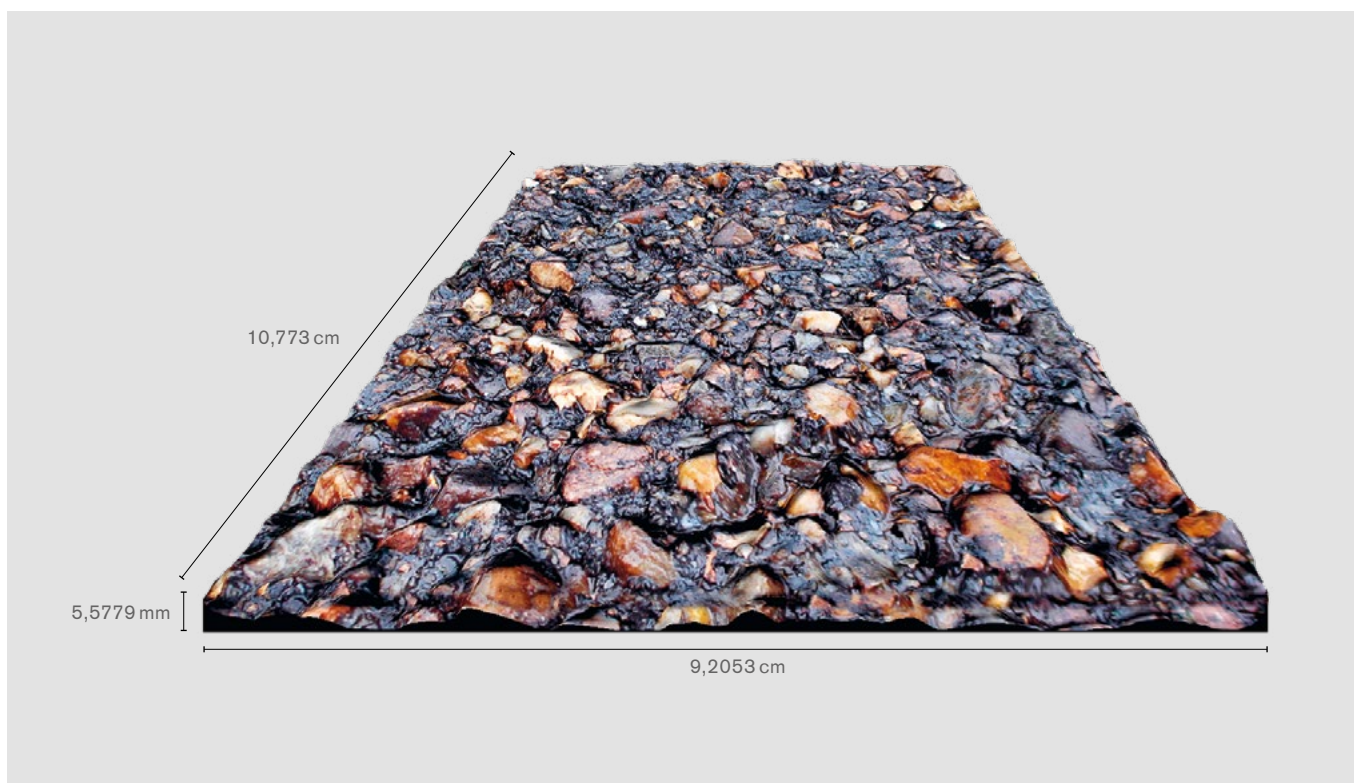
La portance de la couche d'asphalte a également fait l'objet d'une analyse au déflectomètre à masse tombante: au moins huit points de mesure ont été relevés pour chaque sens de circulation. L'analyse a par ailleurs montré que la portance était répartie de manière homogène sur la section examinée.

La surface de l'asphalte fraisée a également été étudiée par procédé stéréoscopique. L'illustration en page 5 montre le modèle surfacique tridimensionnel d'une surface analysée.



- | | |
|---|---|
| <p>① Prof. de fraisage 7 cm, mise en place 12 cm de béton routier sup. avec liaison, GK 8, finition béton lavé</p> <p>② Prof. de fraisage 7 cm, mise en place 12 cm de béton routier sup. avec liaison, GK 22, finition béton lavé</p> <p>③ Prof. de fraisage 7 cm, mise en place 12 cm de béton routier sup. avec liaison, GK 22, finition au balai</p> <p>④ Prof. de fraisage 7 cm, mise en place 12 cm de béton routier sup., avec liaison, fibres, GK 22, finition au balai</p> | <p>⑤ Prof. de fraisage 7 cm, mise en place 12 cm de béton routier sup. sans liaison, GK 22, finition béton lavé</p> <p>⑥ Prof. de fraisage 7 cm, mise en place 12 cm de béton routier sup. avec liaison, GK 22, fibres, finition béton lavé</p> <p>⑦ Prof. de fraisage 5 cm, mise en place 10 cm de béton routier sup. avec liaison, GK 22, fibres, finition béton lavé</p> |
|---|---|

Modèle surfacique tridimensionnel d'une surface analysée





Surface d'asphalte
fraisée et nettoyée

Mise en place du White
Topping au finisseur



Mise en place du tronçon d'essai

La première étape a consisté à tester et à définir les formulations pour la mise en place du béton. Lors des essais en laboratoire, trois formulations de béton différentes, dont l'aptitude avait été préalablement étudiée, ont été déterminées pour être appliquées sur le tronçon. Les essais ont permis de constater qu'en dépit de variations, les exigences essentielles d'aptitude à l'emploi définies dans la RVS 08.17.02^[7] étaient respectées. La tableau ci-contre fournit la composition des trois formulations utilisées pour la mise en place du tronçon en White Topping. La formulation 1 est un béton routier supérieur classique, parfait pour couler un béton de granulométrie 8 mm. Les formulations 2 et 3 sont conçues pour un béton routier supérieur classique de granulométrie 22 mm. Dans ces cas aussi, un balayage partiel de la surface a été effectué pour mettre à nu les granulats grossiers. Des fibres en polypropylène ont été ajoutées à la formulation 3 afin de réduire le risque de fissures.

Le béton a été mis en place au moyen d'un finisseur classique sur la couche d'asphalte de 12 cm d'épaisseur, fraisée et nettoyée.

Composition des formulations mises en œuvre

Formulation	1	2	3
Désignation du béton selon RVS 08.17.02	OB GK8	OB GK22	OB GK22 Fibres
	[kg/m ³]		
CEM II/B-S 42,5 N DZ	430	400	399
Eau	162	151	147
Sable 0/2 ou sable 0/4	560	700	700
Gravier dur 4/8 (Loja)	1198	1125	1125
Fibres en polypropylène	-	-	3
Teneur en air (valeur cible en %)	4,0–6,0	4,0–6,0	4,0–6,0
Rapport eau/béton	0,38	0,38	0,37
Masse volumique	2350	2380	2380

Propriétés du béton durci

Des échantillons ont été régulièrement prélevés tout au long de la mise en œuvre afin de déterminer les qualités du béton durci. Les prélèvements ont confirmé que ce dernier respecte les exigences de résistance et de solidité définies, en particulier la résistance au gel et aux sels de déverglaçage. Le tableau ci-dessous fournit une vue d'ensemble des caractéristiques de résistance identifiées.

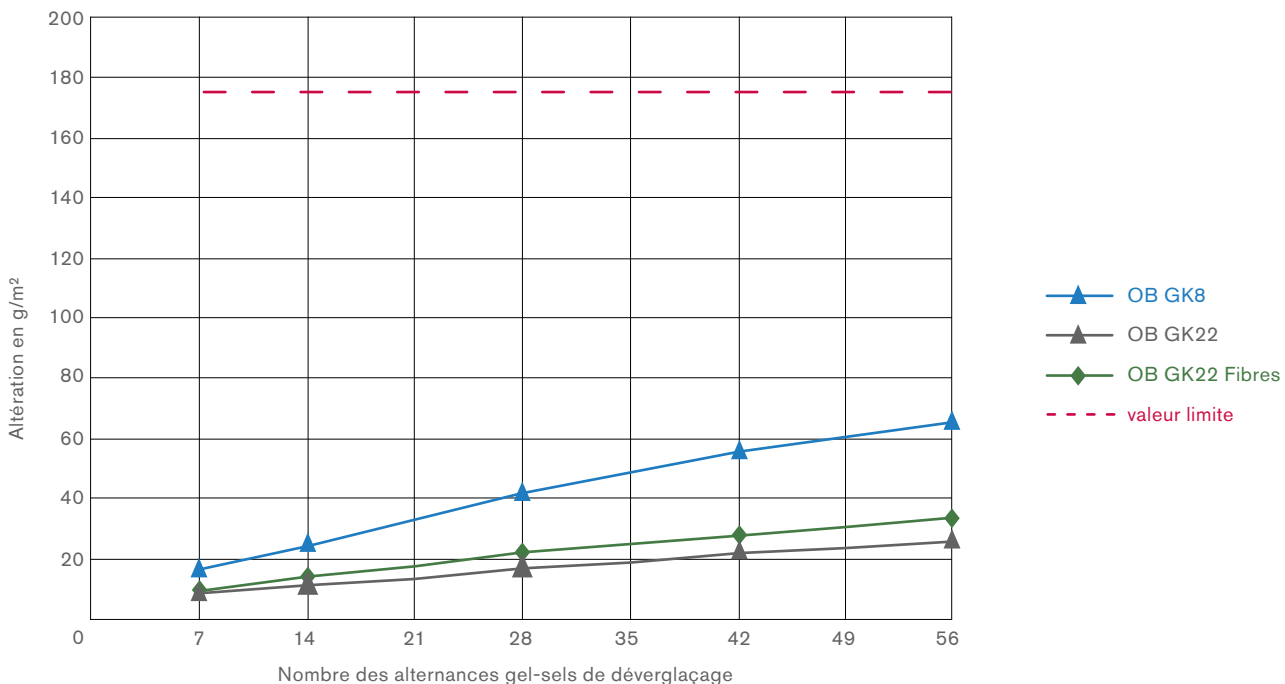
Résultats de la détermination des résistances en traction par fendage

	Valeur d'essai Résistance en traction par fendage en laboratoire [N/mm ²]	Exigence Essai initial [N/mm ²]	Valeur d'essai Résistance en traction par fendage Carotte du revêtement en béton [N/mm ²]	Exigence Contrôle de validation [N/mm ²]
Béton sup. OB GK 8	4,8	≥ 4,4 (valeur unique)	5	≥ 3,2 (valeur moy.)
Béton sup. OB GK 22	4,2		4,5	
Béton sup. OB GK 22 Fibres	4,2		4,9	

Les résultats montrent qu'en laboratoire comme pour les essais in situ, la formulation de béton supérieur avec un granulat 8 (OB GK 8) présente une résistance à la traction par fendage légèrement supérieure à celle des formulations avec un granulat 22. Cela s'explique par la teneur en ciment plus élevée du béton supérieur OB GK 8. L'essai en laboratoire a montré que les fibres n'influent aucunement sur le comportement de résistance à la traction. Sur les carottes prélevées, la résistance du béton fibré est cependant aussi élevée que celle du béton supérieur avec un granulat 8. Outre l'examen de ses propriétés mécaniques, on a contrôlé sa solidité face à l'action du gel et des sels de déverglaçage en vérifiant les valeurs d'air occlus requises et en évaluant la résistance équivalente pour la classe d'exposition XF4 (altération de la surface de béton due au gel et aux sels de déverglaçage, vérifiée par la méthode d'essai des dalles).^[8]

Toutes les formulations ont pleinement respecté les exigences requises pour le système d'air occlus. L'ajout de fibres à la formulation de béton supérieur «OB GK 22 Fibres» n'a entraîné aucune dégradation du système ni aucune augmentation sensible de la teneur en air occlus. L'essai supplémentaire de l'altération sur béton durci en atteste également. Le diagramme ci-dessous montre l'altération des trois formulations analysées et la valeur limite définie.

Essai de résistance au gel-sels de déverglaçage des échantillons (preuves de la classe d'exposition XF4)

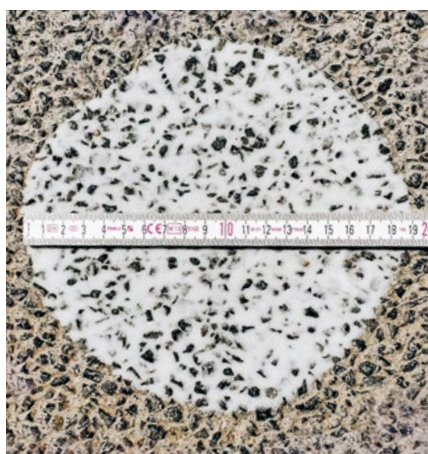


Il convenait d'examiner un point essentiel pour la variation des formulations: le béton lavé peut-il être également travaillé avec une granulométrie plus élevée que celle appliquée actuellement (GK 8, GK 11)? Ces formulations respectent-elles aussi les exigences d'adhérence? Pour le savoir, on a coulé sur le tronçon d'essai les revêtements en béton suivants, réunis dans les illustrations ci-dessous.

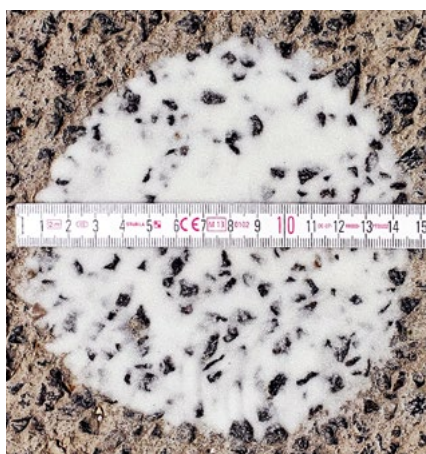
- Béton lavé GK 8 mm
- Béton lavé GK 22 mm
- Béton supérieur GK 22 mm, finition au balai

On a déterminé la profondeur de rugosité de ces surfaces conformément à l'ÖNORM EN 13036-1^[9], le nombre de saillies du profil conformément à RVS 08.17.02^[7] ainsi que l'adhérence au moyen d'un pendule de frottement SRT conformément à l'ÖNORM EN 13036-4^[10]. Ces résultats sont réunis dans dans le tableau ci-dessous.

Les diverses configurations de surfaces visibles sur les trois photos ci-dessous montrent des différences de texture et d'adhérence. Les analyses ont cependant confirmé que les exigences d'adhérence sont également respectées pour une formulation avec un granulat de 22 mm et la mise en place d'une texture de béton lavé, et ce, en dépit de la diminution du nombre de saillies de profil. Pour poursuivre avec une exécution en structure monocouche, il est toutefois recommandé d'utiliser un granulat de 16 mm au maximum en raison de sa texture superficielle beaucoup plus homogène.



Béton lavé GK 8



Béton supérieur GK 22 mm







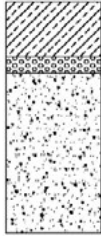
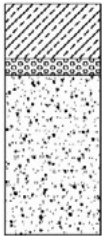

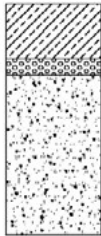
Béton lavé GK 22 finition au balai

Résultats de la caractérisation des surfaces des différents tronçons d'essai




Surface	Profondeur de rugosité VM [mm]	Exigence de profondeur de rugosité ¹ [mm]		Nombre des saillies de profil VM	Exigence quant au nombre de saillies de profil ¹		Adhérence	Exigence d'adhérence ¹
		Revêtement en béton classique	Béton lavé		Béton lavé	GK 8		
			GK 8					
Béton lavé GK 8	0,9	-	de 0,7 à 1,0	55/25 cm ²	Valeur directive 60/25 cm ² Valeur minimale 50/25 cm ²	70	≥ 60	
Béton supérieur GK 22	0,4	≥ 0,4 mm	-	-	-	82		
Béton lavé GK 22	1,8	-	-	29/25 cm ²		60		

¹ Exigences selon la directive RVS 08.17. ^[7]

Catalogue de mesures pour les structures en White Topping

Classe de charge (LK)		LK10	LK4	LK1,3	LK0,4
BLNW en mio		De 4 à 10	De 1,3 à 4	De 0,4 à 1,3	De 0,1 à 0,4
White Topping	Largeur de dalle ≤ 3 m	Pour une portance résiduelle $\geq 70\%$			
		cm $16 \geq 5$ 			cm $15 \geq 5$ 
	Largeur de dalle $\leq 3,5$ m	cm $18 \geq 5$ 	cm $17 \geq 5$ 	cm $16 \geq 5$ 	
		cm $19 \geq 5$ 		cm $18 \geq 5$ 	cm $17 \geq 5$ 

Les joints doivent être disposés à l'extérieur de la voie de roulement
 Rapport longueur de dalle L sur largeur de dalle l $\leq 1,5$
 Adaptation des épaisseurs de couche données:
 - Portance 50-69%: +1 cm d'épaisseur
 - Épaisseur résiduelle d'asphalte ≥ 15 cm: -1 cm d'épaisseur

-  Revêtement en béton selon RVS 08.17.02
-  Asphalte existant
-  Couche de base inférieure existante non liée (ingélive)

Dimensionnement

Un catalogue de mesures a été établi suivant la directive RVS 03.08.63^[11] pour le dimensionnement des structures en White Topping. Il se fonde sur la détermination de la charge de trafic, exprimée par un nombre de cycles de charge (BNLW) attendus pendant la durée de vie planifiée. Il est possible de choisir une structure standard dans ce catalogue en tenant compte des cycles de charge et de la largeur de dalle prévue. En outre, l'épaisseur de la couche en béton peut être réduite ou augmentée selon la portance ou l'épaisseur résiduelle de la couche d'asphalte.

Résumé

La mise en œuvre du tronçon expérimental a montré que le procédé du White Topping utilisé pour consolider et remettre en état des voies de circulation en asphalte très sollicitées peut aussi être facilement appliqué à de plus grandes surfaces au moyen de finisseurs. Les essais ont également prouvé que des formulations de béton spéciales, adaptées au réseau routier secondaire, permettent en outre des épaisseurs de mise en œuvre plus importantes tout en réduisant les coûts. Le joint longitudinal en milieu de chaussée est, ce faisant, supprimé.

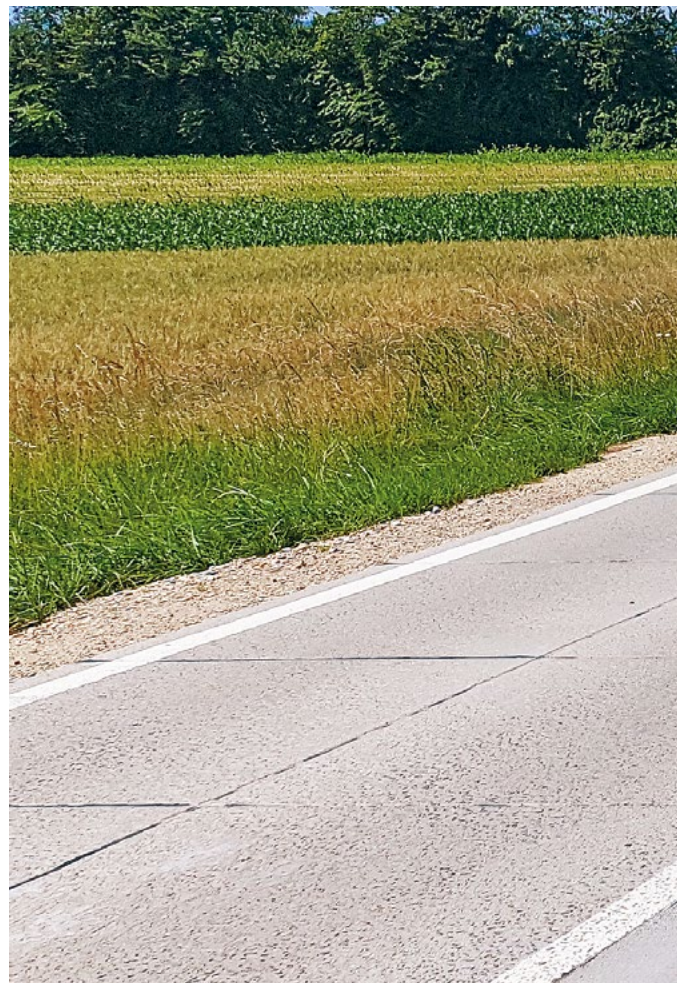
Nous disposons aujourd'hui d'un catalogue de mesures qui s'appuie sur le concept de dimensionnement connu de la directive RVS 03.08.63 et permet ainsi de déterminer avec rapidité et simplicité les épaisseurs de couche nécessaires.

Le comportement structurel des procédés White Topping expérimentés sur le tronçon d'essai de la route régionale L45 près de Rohrendorf, en Basse-Autriche, sera étudié grâce au système de capteurs intégrés, et des contrôles de durabilité seront effectués. Les connaissances acquises dans le cadre du projet de recherche et lors de la mise en œuvre du tronçon d'essai servent de base à l'élaboration d'une nouvelle directive autrichienne FSV relative à la remise en état des routes en asphalte au moyen du procédé White Topping (RVS 08.17.05).

Nachhaltige Betonstraßen

F O R S C H U N G S V E R E I N

Créé en 2016, l'institut de recherche Routes en béton durables a pour objet la promotion, notamment par la recherche et le développement, des intérêts régionaux et transrégionaux communs liés à la construction de revêtements routiers et de surfaces industrielles en béton. Il compte parmi ses membres un certain nombre d'entreprises et de sociétés de l'industrie du ciment, du béton de chantier et du secteur de la construction. L'institut met à disposition de ses membres, de l'industrie du bâtiment et des organismes de formation les connaissances scientifiques obtenues dans le cadre de son activité de recherche, qui serviront également de base à l'élaboration de futures directives.



Bibliographie:

- [1] Rassmussen, R. O.; Rozycki, D. K. (2004). Thin and ultra-thin whitetopping, A synthesis of highway practice. Transportation Research Board, Washington D.C.
- [2] Blab, R. et. al (2006). Betonstraßen – Das Handbuch. Zement + Beton, Vienne
- [3] RVS 08.17.04 (2013). Fugen in Betonfahrbahndecken, FSV Vienne
- [4] Merkblatt für die Whitetopping-Bauweise (2013). FGSV Cologne
- [5] ARA, Inc., 2004. Guide for mechanistic-empirical design of new and rehabilitated pavement structures. Washington D.C. National Academy of Sciences, NCHRP 1-37A Report
- [6] Harrington, D., Fick, G. (2014). Guide to concrete overlays: Sustainable solutions for resurfacing and rehabilitating existing pavements (3^e édition)
- [7] RVS 08.17.02 (2012). Betondeckenherstellung, FSV Vienne
- [8] ONR 23303 (2010). Prüfverfahren Beton (PVB) – Nationale Anwendung der Prüfnormen für Beton und seiner Ausgangsstoffe, ASI, Vienne
- [9] ÖNORM EN 13036-1 (2010). Messung der Makrotexturtiefe der Fahrbahnoberfläche mit Hilfe eines volumetrischen Verfahrens, ASI, Vienne
- [10] ÖNORM EN 13036-4 (2011). Verfahren zur Messung der Griffigkeit von Oberflächen: Der Pendeltest, ASI, Vienne
- [11] RVS 03.08.63 (2021). Oberbaubemessung, FSV Vienne



Groupement d'intérêts des routes en béton

cemsuisse

Association suisse de l'industrie
du ciment
Marktgasse 53
3011 Berne
Téléphone 031 327 97 97
info@cemsuisse.ch
www.cemsuisse.ch

Ebicon AG

Breitloostrasse 7
8154 Oberglatt
Téléphone 043 411 28 20
info@ebicon.ch
www.ebicon.ch

Grisoni-Zaugg SA

ZI Planchy
Case postale 2162
1630 Bulle 2
Téléphone 026 913 12 55
info@grisoni-zaugg.ch
www.groupe-grisoni.ch

Holcim (Schweiz) AG

Hagenholzstrasse 83
8050 Zurich
Téléphone 058 850 68 68
betonstrassen@holcim.com
www.holcim.ch

Holcim (Suisse) SA

1312 Eclépens
Téléphone 058 850 92 14
chausseebeton@holcim.com
www.holcim.ch

Implenia Suisse SA

Binzmühlestrasse 11, 8050 Zurich
Téléphone 058 474 75 00
daniel.hardegger@implenia.com
www.implenia.com

Jura-Cement-Fabriken AG

Talstrasse 13
5103 Wildegg
Téléphone 062 887 76 66
info@juracement.ch
www.juracement.ch

Juracime SA

Fabrique de ciment
2087 Cornaux
Téléphone 032 758 02 02
info@juracime.ch
www.juracement.ch

KIBAG Bauleistungen AG

Construction de routes et travaux publics
Müllheimerstrasse 4
8554 Müllheim-Wigoltingen
Téléphone 052 762 61 11
p.althaus@kibag.ch
www.kibag.ch

Müller Engineering GmbH

Conseil et expertise pour les
surfaces de circulation en béton
Kirchstrasse 25
8564 Wäldi TG
Téléphone 079 247 82 49
gm@muller-engineering.ch
www.müller-engineering.ch

PCI Bauprodukte AG

Im Schachen, 5113 Holderbank
Téléphone 027 327 65 87
info-as.ch@mbcc-group.com
www.master-builders-solutions.ch

Sika Suisse SA

Tüffenwies 16, 8048 Zurich
Téléphone 058 436 40 40
hirschi.thomas@ch.sika.com
www.sika.ch

Specogna Bau AG

Steinackerstrasse 55, 8302 Kloten
Téléphone 044 800 10 60
info@specogna-bau.ch
www.specogna-bau.ch

Synaxis AG Zürich

Thurgauerstrasse 56, 8050 Zurich
Téléphone 044 316 67 86
c.bianchi@synaxis.ch
www.synaxis.ch

Toggenburger AG

Schlossackerstrasse 20
Case postale 3019, 8404 Winterthur
Téléphone 052 244 13 03
info@toggenburger.ch
www.toggenburger.ch

Ciments Vigier SA

Zone industrielle Rondchâtel, 2603 Péry
Téléphone 032 485 03 00
info@vigier-ciment.ch
www.vigier-ciment.ch

Walo Bertschinger SA

Case postale 1155, 8021 Zurich
Téléphone 044 745 23 11
kurt.glanzmann@walo.ch
www.walo.ch

Commercialisation :

BETONSUISSE

BETONSUISSE Marketing AG
Marktgasse 53, CH-3011 Berne
Téléphone +41 (0)31 327 97 87, fax +41 (0)31 327 97 70
info@betonsuisse.ch, www.betonsuisse.ch



InformationsZentrum Beton GmbH
Toulouser Allee 71, D-40476 Düsseldorf
Telefon +49 (0)211 28048-1, Fax +49 (0)211 28048-320
duesseldorf@beton.org, www.beton.org



Beton Dialog Österreich
Anfragen für den Bereich Betonstraßen an Zement + Beton
Handels- und Werbeges.m.b.H., Franz-Grill-Straße 9, O 214, A-1030 Wien
Telefon +43 (0) 1 714 66 85-0
zement@zement.at, www.zement.at